(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 117480377 B
(45)授权公告日 2025.01.14

(21)申请号 202280038375.X
(22)申请日 2022.08.19
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117480377 A
(43)申请公布日 2024.01.30
(30)优先权数据
17/411,539 2021.08.25 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.11.28
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/040824 2022.08.19
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/027947 EN 2023.03.02
(73)专利权人 科磊股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 A·V·希尔 A·玛纳森 D·戈列里克
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
专利代理师 刘丽楠
(51)Int.Cl.
G01N 21/47(2006.01)
G01B 11/27(2006.01)
G01N 21/956(2006.01)
G01N 21/88(2006.01)
(56)对比文件
US 10969697 B1,2021.04.06
US 2018335346 A1,2018.11.22
审查员 边晓微

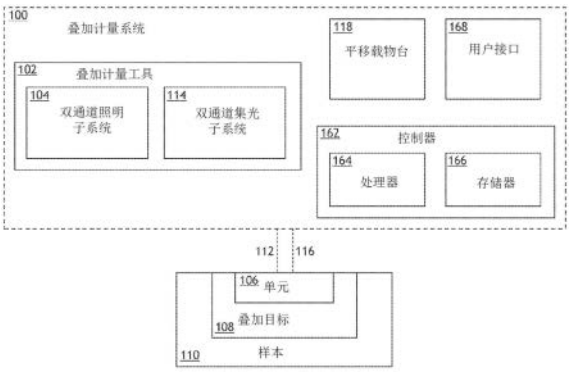
权利要求书5页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

平行散射测量的叠加计量

(57)摘要

一种叠加计量工具可包含照明源,其用于产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布;照明子系统,其用于依序照明具有正交定向的光栅叠置结构的样本上的叠加目标的两个或更多个单元对;集光子系统,其具有用于捕获来自经照明单元对的经收集光的两个集光通道;及滤波光学器件,其用于将来自经照明单元对中的不同单元的光引导到不同集光通道以供检测。所述工具可进一步包含用于产生所述两个或更多个单元对中的正交定向的光栅叠置结构的分开的叠加测量的控制器。



CN 117480377 B

1.一种叠加计量工具,其包括:

照明源,其经配置以产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布;

照明子系统,其用于依序照明样本上的叠加目标的两个或更多个单元对,其中所述两个或更多个单元对中的特定者包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元,其中所述照明子系统同时使用所述第一照明光束分布照明所述第一方向单元且使用所述第二照明光束分布照明所述第二方向单元;

集光子系统,其包括:

第一集光通道,其包含在第一通道检测平面处的一或多个第一通道检测器;

第二集光通道,其包含在第二通道检测平面处的一或多个第二通道检测器;

物镜,其用于收集来自所述样本的光作为经收集光;及

一或多个滤波光学器件,其用于将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到所述第一集光通道,且将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到所述第二集光通道;及

控制器,其通信地耦合到所述第一及第二集光通道,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器:

基于来自所述一或多个第一通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量;且

基于来自所述一或多个第二通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

2.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其进一步包括:

一或多个光束扫描光学器件,其经配置以调整所述第一与第二照明光束分布之间的分离。

3.根据权利要求2所述的叠加计量工具,其中所述一或多个光束扫描光学器件调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离以使所述第一及第二照明光束分布在所述两个或更多个单元对的经照明者的所述第一方向单元及所述第二方向单元上居中。

4.根据权利要求2所述的叠加计量工具,其进一步包括:

第一照明场光阑,其用于定义所述第一照明光束分布的空间范围;及

第二照明场光阑,其用于定义所述第二照明光束分布的空间范围,其中所述第一或第二照明场光阑中的至少一者是可调整的且与所述一或多个光束扫描光学器件同步以提供,在调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离时,所述第一及第二照明光束分布在所述第一及第二照明场光阑中居中。

5.根据权利要求2所述的叠加计量工具,其进一步包括:

第一集光场光阑,其用于定义所述第一集光通道的集光场;及

第二照明场光阑,其用于定义所述第二集光通道的集光场,其中所述第一或第二集光场光阑中的至少一者是可调整的且与所述一或多个光束扫描光学器件同步以提供,在调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离时,所述第一及第二集光场与所述第一及第二照明光束分布对准。

6.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其进一步包括:

一或多个光束扫描光学器件,其经配置以在测量期间调变跨所述两个或更多个单元对的经照明者的所述第一方向单元及所述第二方向单元的所述第一及第二照明光束分布。

7.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元中的光栅叠置结构沿着所述叠加目标的第一行布置,其中所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元中的光栅叠置结构沿着所述叠加目标的第二行布置。

8.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元中的光栅叠置结构具有沿着所述第一方向的不同预期叠加偏移,其中所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元中的光栅叠置结构具有沿着所述第二方向的不同预期叠加偏移。

9.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述两个或更多个单元对包括:

第一单元对及第二单元对,其中所述第一单元对的第一方向单元及所述第二单元对的第一方向单元具有沿着所述第一方向的相等且相反预期偏移,其中所述第一单元对的第二方向单元及所述第二单元对的第二方向单元具有沿着所述第二方向的相等且相反预期偏移。

10.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第二照明光束分布等于所述第一照明光束分布。

11.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第二照明光束分布不同于所述第一照明光束分布。

12.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第二照明光束分布基于照明光束的数目、一或多个照明光束的波长或一或多个照明光束的入射角中的至少一者而不同于所述第一照明光束分布。

13.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第一或第二照明光束分布中的至少一者包括:

单个照明光束。

14.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第一照明光束分布包括:

呈沿着所述第一方向对准的偶极分布的两个照明光束,其中所述第二照明光束分布包括:

呈沿着所述第二方向对准的偶极分布的两个照明光束。

15.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述一或多个滤波光学器件包括:

一或多个偏振滤波光学器件、一或多个光瞳平面滤波器或一或多个场平面滤波器中的至少一者。

16.根据权利要求15所述的叠加计量工具,其中所述一或多个偏振滤波光学器件包括:

一或多个偏振光束分离器,其用于将所述经收集光的具有所述第一线性偏振的部分引导到所述第一集光通道且将所述经收集光的具有所述第二线性偏振的部分引导到所述第二集光通道。

17.根据权利要求15所述的叠加计量工具,其中所述一或多个偏振滤波光学器件包括:所述第一集光通道中经定向以传递所述第一线性偏振的第一偏振器或所述第二集光通道中经定向以传递所述第二线性偏振的第二偏振器中的至少一者。

18.根据权利要求15所述的叠加计量工具,其中所述一或多个光瞳平面滤波器包括:所述第一集光通道的光瞳平面中用于传递所述经收集光的与沿着所述第一方向的衍射相关联的部分的第一孔隙、所述第二集光通道的光瞳平面中用于传递所述经收集光的与沿着所述第二方向的衍射相关联的部分的第二孔隙或在为所述第一及第二集光通道所共有的光瞳平面中的用于将所述经收集光的与沿着所述第一方向的衍射相关联的所述部分引导到所述第一集光通道且将所述经收集光的与沿着所述第二方向的衍射相关联的所述部分引导到所述第二集光通道的光束分离器中的至少一者。

19.根据权利要求15所述的叠加计量工具,其中所述一或多个场平面滤波器包括:

在所述第一集光通道的场平面中用于传递所述经收集光的与所述第一方向单元相关联的部分的孔隙或在所述第二集光通道的场平面中用于传递所述经收集光的与所述第二方向单元相关联的部分的孔隙中的至少一者。

20.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其进一步包括:

平移载物台,其用于依序放置所述两个或更多个单元对以使用所述照明子系统进行照明。

21.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其进一步包括:

一或多个焦点控制光学器件,其用于调整所述第一或第二照明光束分布中的至少一者的焦点位置。

22.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第一或第二检测平面中的至少一者包括:

光瞳平面。

23.根据权利要求1所述的叠加计量工具,其中所述第一或第二检测平面中的至少一者包括:

场平面。

24.一种叠加计量工具,其包括:

照明源,其经配置以产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布;

照明子系统,其用于依序照明样本上的叠加目标的两个或更多个单元对,其中所述两个或更多个单元对中的特定者包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元,所述照明子系统包括:

第一照明通道,其用于将所述第一照明光束分布引导到所述两个或更多个单元对中的一者的所述第一方向单元,其中所述第一照明光束分布包含具有所述第一线性偏振的一或多个第一照明光束;及

第二照明通道,其用于与所述第一照明光束分布同时将所述第二照明光束分布引导到所述两个或更多个单元对中的一者的所述第二方向单元,其中所述第二照明光束分布包含具有所述第二线性偏振的一或多个第二照明光束;

集光子系统,其包括:

第一集光通道,其包含在第一通道检测平面处的一或多个第一通道检测器;

第二集光通道,其包含在第二通道检测平面处的一或多个第二通道检测器;

物镜,其用于收集来自所述样本的光作为经收集光;及

偏振光束分离器,其用于将所述经收集光的与具有所述第一线性偏振的第一方向单元相关联的部分引导到所述第一集光通道,且将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的具有所述第二线性偏振的第二方向单元相关联的部分引导到所述第二集光通道;及

控制器,其通信地耦合到所述第一及第二集光通道,所述控制器包含一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以执行程序指令,从而引起所述一或多个处理器:

基于来自所述一或多个第一通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量;且

基于来自所述一或多个第二通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

25.根据权利要求24所述的叠加计量工具,其进一步包括:

所述第一集光通道的光瞳平面中用于传递所述经收集光的与沿着所述第一方向的衍射相关联的部分的第一孔隙、所述第二集光通道的光瞳平面中用于传递所述经收集光的与沿着所述第二方向的衍射相关联的部分的第二孔隙或在为所述第一及第二集光通道所共有的光瞳平面中的用于将所述经收集光的与沿着所述第一方向的衍射相关联的所述部分引导到所述第一集光通道且将所述经收集光的与沿着所述第二方向的衍射相关联的所述部分引导到所述第二集光通道的光束分离器中的至少一者。

26.根据权利要求24所述的叠加计量工具,其进一步包括:

在所述第一集光通道的场平面中用于传递所述经收集光的与所述第一方向单元相关联的部分的孔隙或在所述第二集光通道的场平面中用于传递所述经收集光的与所述第二方向单元相关联的部分的孔隙中的至少一者。

27.根据权利要求24所述的叠加计量工具,其进一步包括:

一或多个光束扫描光学器件,其经配置以调整所述第一与第二照明光束分布之间的分离。

28.根据权利要求27所述的叠加计量工具,其中所述一或多个光束扫描光学器件调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离以使所述第一及第二照明光束分布在所述两个或更多个单元对的经照明者的所述第一方向单元及所述第二方向单元上居中。

29.根据权利要求27所述的叠加计量工具,其进一步包括:

第一照明场光阑,其用于定义所述第一照明光束分布的空间范围;及

第二照明场光阑,其用于定义所述第二照明光束分布的空间范围,其中所述第一或第二照明场光阑中的至少一者是可调整的且与所述一或多个光束扫描光学器件同步以提供,在调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离时,所述第一及第二照明光束分布在所述第一及第二照明场光阑中居中。

30.根据权利要求27所述的叠加计量工具,其进一步包括:

第一集光场光阑,其用于定义所述第一集光通道的集光场;及

第二照明场光阑,其用于定义所述第二集光通道的集光场,其中所述第一或第二集光场光阑中的至少一者是可调整的且与所述一或多个光束扫描光学器件同步以提供,在调整所述第一与第二照明光束分布之间的所述分离时,所述第一及第二集光场与所述第一及第二照明光束分布对准。

31.一种叠加计量方法,其包括:

产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布;

使用照明系统依序照明一样本上的叠加目标的两个或更多个单元对,其中所述两个或更多个单元对中的每一者包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元,其中所述照明系统同时使用所述第一照明光束分布照明所述第一方向单元且使用所述第二照明光束分布照明所述第二方向单元;

收集来自所述样本的光作为经收集光;

将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到第一集光通道;

将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到第二集光通道;

基于与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量;及

基于与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

平行散射测量的叠加计量

技术领域

[0001] 本公开大体上涉及叠加计量且更特定来说,涉及基于散射测量的叠加计量。

背景技术

[0002] 叠加计量通常是指样本(例如(但不限于)半导体装置)上的层的相对对准的测量。叠加测量或叠加误差的测量通常是指一或多个样本层上的经制造特征的错位的测量。在一般意义上,多个样本层上的经制造特征的适当对准对于装置的适当起作用是必要的。对于减小特征大小且增加特征密度的需求导致对于准确且有效的叠加计量的对应增加的需求。许多现有叠加测量技术需要叠加目标的多个单元的分开的测量步骤以产生针对特定方向的叠加数据且进一步需要额外组的测量步骤以产生针对额外方向的叠加数据。然而,执行此类测量步骤所需的时间可提供对叠加计量系统的处理能力的限制。因此,需要开发用于克服这些缺陷的系统及方法。

发明内容

[0003] 根据本公开的一或多个说明性实施例,公开一种叠加计量工具。在一个说明性实施例中,所述工具包含用于产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布的照明源。在另一说明性实施例中,所述工具包含用于依序照明样本上的叠加目标的两个或更多个单元对的照明子系统。所述两个或更多个单元对中的特定者可包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元。在另一说明性实施例中,所述照明子系统同时使用第一照明光束分布照明所述第一方向单元且使用第二照明光束分布照明所述第二方向单元。在另一说明性实施例中,所述工具包含集光子系统,所述集光子系统具有:第一集光通道,其包含在第一通道检测平面处的一或多个第一通道检测器;第二集光通道,其包含在第二通道检测平面处的一或多个第二通道检测器;物镜,其用于收集来自所述样本的光作为经收集光;及一或多个滤波光学器件,其用于将所述经接收光的与所述两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到所述第一集光通道,且将所述经接收光的与所述两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到所述第二集光通道。在另一说明性实施例中,所述工具包含控制器以基于来自所述一或多个第一通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量,且基于来自所述一或多个第二通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

[0004] 根据本公开的一或多个说明性实施例,公开一种叠加计量工具。在一个说明性实施例中,所述工具包含用于产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布的照明源。在另一说明性实施例中,所述工具包含用于依序照明样本上的叠加目标的两个或更多个单元对的照明子系统。所述两

个或更多个单元对中的特定者可包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元。在另一说明性实施例中,所述照明系统包含第一照明通道以将第一照明光束分布引导到所述两个或更多个单元对中的一者的所述第一方向单元,其中所述第一照明光束分布包含具有第一线性偏振的一或多个第一照明光束。在另一说明性实施例中,所述照明子系统进一步包含第二照明通道以与所述第一照明光束分布同时将第二照明光束分布引导到所述两个或更多个单元对中的一者的所述第二方向单元,其中所述第二照明光束分布包含具有第一线性偏振的一或多个第二照明光束。在另一说明性实施例中,所述工具包含集光子系统,所述集光子系统具有:第一集光通道,其包含在第一通道检测平面处的一或多个第一通道检测器;第二集光通道,其包含在第二通道检测平面处的一或多个第二通道检测器;物镜,其用于收集来自所述样本的光作为经收集光;及偏振光束分离器,其用于将所述经接收光的与具有所述第一线性偏振的第一方向单元相关联的部分引导到所述第一集光通道,且将所述经接收光的与所述两个或更多个单元对的具有所述第二线性偏振的第二方向单元相关联的部分引导到所述第二集光通道。在另一说明性实施例中,所述工具包含控制器以基于来自所述一或多个第一通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量,且基于来自所述一或多个第二通道检测器的与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

[0005] 根据本公开的一或多个说明性实施例,公开一种叠加计量方法。在一个说明性实施例中,所述方法包含产生具有第一线性偏振的第一照明光束分布及具有正交于所述第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布。在另一说明性实施例中,所述方法包含依序照明样本上的叠加目标的两个或更多个单元对,其中所述两个或更多个单元对中的每一者包含具有具备沿着第一方向的周期性的光栅叠置结构的第一方向单元及具有具备沿着正交于所述第一方向的第二方向的周期性的光栅叠置结构的第二方向单元,且其中所述照明子系统同时使用第一照明光束分布照明所述第一方向单元且使用第二照明光束分布照明所述第二方向单元。在另一说明性实施例中,所述方法包含收集来自所述样本的光作为经收集光。在另一说明性实施例中,所述方法包含将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到第一集光通道。在另一说明性实施例中,所述方法包含将所述经收集光的与所述两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到第二集光通道。在另一说明性实施例中,所述方法包含基于与所述两个或更多个单元对的所述第一方向单元相关联的数据沿着所述第一方向产生第一叠加测量。在另一说明性实施例中,所述方法包含基于与所述两个或更多个单元对的所述第二方向单元相关联的数据沿着所述第二方向产生第二叠加测量。

[0006] 应理解,前文概述及下文详细描述两者仅是示范性及说明性的且未必限制如要求的本发明。并入本说明书中且构成本说明书的一部分的附图说明本发明的实施例且与概述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0007] 所属领域的技术人员通过参考附图可更好地理解本公开的许多优点。

[0008] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的叠加计量系统的框图。

[0009] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的说明两个照明通道及两个集光通道的叠加计量工具的示意图。

[0010] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的说明具有可基于线性变化的滤波器分开地配置的照明条件的两个照明通道的叠加计量工具的一部分的示意图。

[0011] 图2A是根据本公开的一或多个实施例的叠加目标的单个单元中的光栅叠置结构的侧视图。

[0012] 图2B是根据本公开的一或多个实施例的叠加目标的俯视图。

[0013] 图3A是根据本公开的一或多个实施例的说明来自图2B中的叠加目标的X方向单元的衍射级的分布的光瞳平面的俯视图。

[0014] 图3B是根据本公开的一或多个实施例的说明来自图2B中的叠加目标108的Y方向单元的衍射级的分布的光瞳平面的俯视图。

[0015] 图4是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于叠加计量的方法中执行的步骤的流程图。

具体实施方式

[0016] 现将详细参考在附图中说明的所公开标的物。已关于某些实施例及其特定特征特别展示且描述本公开。将本文中阐述的实施例视为说明性而非限制性。所属领域的一般技术人员应容易了解,可做出形式及细节上的各种改变及修改而不脱离本公开的精神及范围。

[0017] 本公开的实施例涉及用于使用散射测量技术产生叠加目标的单元的平行测量的系统及方法。在一些实施例中,同时照明与沿着两个不同(例如,正交)方向的叠加测量相关联的叠加目标的两个单元,同时收集来自两个经照明单元的光,且将与经照明单元相关联的经收集光引导到分开的检测路径。以此方式,可平行执行叠加目标的多个单元的测量,这可有益地增加有关目标上的每一单元的循序测量的测量处理能力。额外实施例涉及适用于同时照明叠加目标的多个单元且将来自多个单元的光分离到分开的检测通道中的多通道散射测量叠加工具。

[0018] 出于本公开的目的,术语叠加通常用于描述通过两个或更多个光刻图案化步骤制造的样本上的特征的相对位置,其中术语叠加误差描述特征从标称布置的偏差。例如,多层装置可包含针对每一层使用不同光刻步骤在多个样本层上图案化的特征,其中层之间的特征的对准通常必须经紧密控制以确保所得装置的恰当性能。因此,叠加测量可特性化两个或更多个样本层上的特征的相对位置。通过另一实例,可使用多个光刻步骤以在单个样本层上制造特征。此类技术(通常称为双图案化或多图案化技术)可促进接近光刻系统的分辨率的高度密集特征的制造。在此上下文中,叠加测量可特性化来自不同光刻步骤的特征在此单个层上的相对位置。应理解,贯穿本公开与叠加计量的特定应用相关的实例及图解仅是为了说明性目的提供且不应被解释为限制本公开。

[0019] 虽然在一些应用中,可直接对经制造装置的特征(例如,装置特征)执行叠加测量,但通常对使用与装置特征相同的光刻步骤印刷的专属叠加目标执行叠加测量。以此方式,叠加目标的特征(例如,目标特征)可经特殊设计以促进叠加测量。此外,在一个制造步骤

(例如,在一或多个样本层的制造之后)测量的叠加可用于产生用于精确地对准用于在后续制造步骤中制造额外样本层的工艺工具(例如,光刻工具或类似者)的可校正项。

[0020] 在一些实施例中,如本文中公开的适用于散射测量计量的叠加目标可包含具有光栅叠置结构的一或多个单元,其中光栅叠置结构包含在两个或更多个所关注层的重叠区域上的周期性特征(例如,光栅特征)。以此方式,所关注层上的各种光栅特征可贡献于入射照明的衍射且可基于经衍射光的分析产生叠加测量。例如,可基于光瞳平面数据(例如,与光瞳平面中的选定衍射级之间的相对强度差相关联)产生叠加测量。通过另一实例,可基于场平面数据(例如,与使用选定衍射级产生的目标的单元的图像的相对强度相关联)产生叠加测量。

[0021] 如贯穿本公开使用,术语“样本”通常是指由半导体或非半导体材料形成的衬底(例如,晶片或类似者)。例如,半导体或非半导体材料可包含(但不限于)单晶硅、砷化镓及磷化铟。样本可包含一或多个层。例如,此类层可包含(但不限于)光致抗蚀剂、介电材料、导电材料及半导电材料。许多不同类型的此类层在所属领域中已知,且如本文中使用的术语样本旨在涵盖其上可形成全部类型的此类层的样本。形成于样本上的一或多个层可经图案化或未经图案化。例如,样本可包含各自具有可重复图案化特征的多个裸片。此类材料层的形成及处理可最终产生成品装置。许多不同类型的装置可形成于样本上,且如本文中使用的术语样本旨在涵盖在其上制造所属领域中已知的任何类型的装置的样本。此外,出于本公开的目的,术语样本及晶片应被解释为可互换的。另外,出于本公开的目的,术语图案化装置、掩模及光罩应被解释为可互换的。

[0022] 在一些实施例中,叠加计量工具同时使用两个照明光束照明叠加目标的两个单元,其中两个单元包含其中一个单元中的光栅的定向正交于另一单元中的光栅的定向的光栅叠置结构。例如,叠加计量工具可同时使用第一照明光束照明包含具有沿着X方向的周期性的光栅叠置结构的X方向单元且使用第二照明光束照明包含具有沿着Y方向的周期性的光栅叠置结构的Y方向单元。应理解,仅为了说明性目的在本文中使用X及Y方向的描述以指代样本上的任意正交方向。此外,可使用具有正交线性偏振的光照明两个单元(例如,使用沿着X方向的线性偏振光照明一个单元且使用沿着Y方向的线性偏振光照明一个单元)。特定来说,叠加计量工具可使用一或多个照明光束的分布(例如,照明光束分布)照明两个单元中的每一者,其中每一单元上的照明光束分布小于单元使得单元未填满。另外,可个别地控制或调整每一单元上的照明光的各种方面,例如(但不限于)光谱(例如,光谱带宽及/或中心波长)、强度、照明角、照明的角度分布或焦点位置。

[0023] 在一些实施例中,叠加计量工具同时将来自经照明单元的经收集光分离到每一单元的分开的检测通道中。以此方式,尽管同时收集,但与经照明单元相关联的测量数据可彼此隔离。可在本公开的精神及范围内使用用于将经收集光分离到分开的检测通道中的各种技术。例如,可基于例如(但不限于)偏振、光瞳光阑滤波器(例如,光瞳平面中用于传递选定衍射级的空间滤波器)或场光阑滤波器(例如,场平面中用于传递来自选定单元的光的空间滤波器)的参数分离来自经照明单元的经收集光。

[0024] 在一些实施例中,叠加计量工具包含依据照明光或经收集光的各种方面的照明及/或集光路径中的光束控制光学器件。例如,叠加计量工具可包含一或多个扫描镜以在测量期间跨相应单元扫描照明光束,这可减少与目标缺陷相关联的噪声。通过另一实例,叠加

计量工具可包含光束控制光学器件以控制或调整两个照明光束之间的分离,这可用于匹配照明光束分离与特定叠加目标中的单元的布局。此外,叠加计量工具可基于选定照明光束分离调整照明及/或集光场光阑。

[0025] 本公开的额外实施例涉及适用于通过叠加计量工具进行平行测量的叠加目标。在一些实施例中,叠加目标包含沿着第一行分布的X方向单元及沿着第二行分布的Y方向单元。以此方式,可仅通过沿着列扫描叠加目标而以相同或类似照明条件(例如,偏振、光谱、强度、照明的角度分布、照明期间样本的焦点位置或类似者)依序照明与特定方向相关联的单元。例如,一些叠加测量技术可需要来自具有光栅叠置结构的不同预期偏移的多个单元的数据捕获。因此,布置具有沿着列的周期性的共同方向的单元可减少对叠加计量工具的负担,使得照明条件可与沿着列方向扫描目标相同或大体上相同。

[0026] 现参考图1A到4,用于使用散射测量技术产生叠加目标的单元的平行测量的系统及方法。

[0027] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的叠加计量系统100的框图。

[0028] 在一些实施例中,叠加计量系统100包含叠加计量工具102,所述叠加计量工具102具有用于使用具有正交线性偏振的一或多个照明光束112的空间上分离分布(例如,照明光束分布)分开地照明样本110上的叠加目标108的两个单元106的双通道照明子系统104及用于分开地检测从样本110发出的与两个单元106相关联的光或其它辐射(例如,经收集光116)的双通道集光子系统114。

[0029] 在一些实施例中,样本110安置于适用于固定样本110且进一步经配置以相对于叠加计量工具102定位样本110的样本载物台118上。例如,样本载物台118可包含适用于以任何选定定向定位样本110的线性、旋转或角度(例如,翻转/倾斜)致动器的任何组合。

[0030] 叠加计量工具102可为所属领域中已知的适用于产生适用于确定与样本110上的叠加目标相关联的叠加的叠加信号的任何类型的叠加计量工具。例如,叠加计量工具102可收集光瞳平面数据(例如,一或多个光瞳平面图像或其部分),其中在光瞳平面处分析经收集光116以特性化来自单元106的辐射的角度分布(例如,与由单元106对辐射的散射及/或衍射相关联)。通过另一实例,叠加计量工具102可基于来自单元106的选定衍射级收集场平面数据(例如,一或多个场平面图像或其部分)。另外,在样本110是静态(例如,在静态或移动并测量(MAM)模式中)时或在样本110在运动中(例如,在扫描模式中)时,叠加计量工具102可特性化单元106。

[0031] 现参考图2A到2B,根据本公开的一或多个实施例更详细描述适用于构成单元106的平行特性化的叠加目标108的各种配置。

[0032] 图2A是根据本公开的一或多个实施例的叠加目标108的单个单元106中的光栅叠置结构的侧视图。在一些实施例中,每一单元106中的光栅叠置结构包含定位于样本110的第一层204上的第一层光栅特征202及定位于样本110的第二层208上的第二层光栅特征206,其经定向使得包含第一层光栅特征202及第二层光栅特征206的区域重叠。以此方式,第一层光栅特征202及第二层光栅特征206可各自将入射照明光束112衍射成离散衍射级。一般来说,任何数目个额外层(未展示)可定位于第一层204、第二层208及衬底210上方、下方或之间。

[0033] 在一般意义上,第一层光栅特征202及第二层光栅特征206可具有相同或不同分布

且可有意地彼此偏移达任何选定预期偏移212。在一些实施例中,第一层光栅特征202及第二层光栅特征206具有沿着相同方向的相同节距,使得相关联衍射级在光瞳平面中重叠。在一些实施例中,第一层光栅特征202及第二层光栅特征206具有沿着特定方向的不同节距,这可导致与大于第一层光栅特征202及第二层光栅特征206的节距的摩尔(Moiré)节距相关联的摩尔条纹。在以下专利案中大体上描述利用摩尔效应的叠加计量技术:2015年11月10日发布的美国专利9,182,219;2008年10月21日发布的美国专利7,440,105;2008年3月25日发布的美国专利7,349,105;2020年2月4日发布的美国专利10,551,749;2021年3月11日发表的美国专利公开案2021/0072650;2020年7月21日申请的美国专利申请案16/935,117;及2020年7月16日申请的美国专利申请案16/931,078,所有所述专利案的全部内容以引用的方式并入本文中。

[0034] 图2B是根据本公开的一或多个实施例的叠加目标108的俯视图。在一些实施例中,叠加目标包含与每一所关注测量方向相关联的两个或更多个单元106。例如,与特定测量方向相关联的不同单元106可包含具有不同预期偏移212的光栅叠置结构。

[0035] 图2B说明具有具备用于沿着X方向的叠加测量的沿着X方向的周期性的两个单元106(例如,X方向单元106)及具备用于沿着Y方向的叠加测量的沿着Y方向的周期性的两个单元106(例如,Y方向单元106)的叠加目标108。各种单元106通常可以任何合适的分布布置。在一些实施例中,如图2B中说明,具有相同周期性方向的单元106以列分布。例如,图2B说明沿着第一列214的X方向单元106及沿着第二列216的Y方向单元。如下文将更详细描述,此配置可促进以相同或类似照明条件对具有相同周期性方向的单元进行有效循序照明。

[0036] 然而,应理解,图2A到2B中的叠加目标108及相关联描述仅是为了说明性目的的提供且不应被解释为限制性。实际上,叠加目标108可包含任何合适的光栅叠置叠加目标设计。例如,叠加目标108通常可包含适用于沿着两个方向进行测量的任何数目个单元106。此外,单元106可以任何图案或布置分布。例如,在2019年10月10日申请的美国专利申请案16/598,146中大体上描述适用于扫描计量的计量目标设计,所述申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

[0037] 现大体上参考图1A到3B,根据本公开的一或多个实施例更详细描述叠加目标108的多个单元106的平行特性化。

[0038] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的说明两个照明通道120及两个集光通道122的叠加计量工具102的示意图。以此方式,叠加计量工具102可同时特性化叠加目标108(例如(但不限于)图2A到2B中说明的叠加目标108)的两个单元106。在一些实施例中,叠加计量工具102同时特性化具有正交周期性方向的两个单元106(例如,一个X方向单元106及一个Y方向单元106)。

[0039] 在一些实施例中,叠加计量工具102包含经配置以产生适用于形成待引导到单元106的照明光束分布的照明126的至少一个照明源124。

[0040] 来自照明源124的照明126可包含光的一或多个选定波长,包含(但不限于)紫外线(UV)辐射、可见光辐射或红外线(IR)辐射。

[0041] 照明源124可包含所属领域中已知的任何类型的照明源。在一些实施例中,照明源124是激光源。例如,照明源124可包含(但不限于)一或多个窄频激光源、宽带激光源、超连续激光源、白光激光源或类似者。在此方面,照明源124可提供具有高相干性(例如,高空间

相干性及/或时间相干性)的照明。在一些实施例中,照明源124包含激光持续等离子体(LSP)源。例如,照明源124可包含(但不限于)适用于装纳在通过激光源激发成等离子体状态时可发射宽带照明的一或多个元件的LSP灯、LSP灯泡或LSP腔室。在一些实施例中,照明源124包含灯源。例如,照明源124可包含(但不限于)弧光灯、放电灯、无电极灯或类似者。在此方面,照明源124可提供具有低相干性(例如,低空间相干性及/或时间相干性)的照明。

[0042] 每一照明通道120可将一或多个照明光束112的分布(例如,照明光束分布)引导到样本110上的特定位置。照明光束分布通常可包含经引导到特定单元106的具有照明参数(例如(但不限于)入射角(例如,方位角及极入射角)、光谱或偏振)的选定分布的一或多个照明光束112或照明瓣。例如,照明光束分布可包含(但不限于)以选定入射角的单个照明光束112、照明光束112的偶极分布或照明光束112的四极分布。以此方式,照明通道120可同时为叠加目标108上的不同单元106提供不同照明条件。此外,在其中照明光束分布包含多个照明光束112的情况中,可在单元106的给定测量中同时或依序提供这些照明光束112。

[0043] 在一些实施例中,照明通道120提供具有正交线性偏振的照明光束112。例如,一个照明通道120可提供具有沿着第一方向(例如,X方向)的线性偏振的一或多个照明光束112的分布且另一照明通道120可提供具有沿着正交于第一方向的第二方向(例如,Y方向)的线性偏振的一或多个照明光束112的分布。本文中经审慎考虑,提供照明通道120中的正交线性偏振可具有各种益处,例如(但不限于)有效地利用来自照明源124的可用功率,通过每一单元106中的光栅叠置结构提供良好受控衍射及/或促进将经照明单元106的经收集光146分离到具有高消光比的不同集光通道122中以防止信号的交叉污染。

[0044] 此外,可使用任何选定偏振方向照明叠加目标108的各种单元106。例如,叠加计量工具102可使用沿着X方向的线性偏振光照明X方向单元106且使用沿着Y方向的线性偏振光照明Y方向单元106或反之亦然。

[0045] 叠加计量工具102通常可包含用于同时产生多个照明光束分布的光学组件的任何组合。

[0046] 在一些实施例中,叠加计量工具102可包含用于产生用于每一照明通道120的照明126的单个照明源124。例如,叠加计量工具102可包含用于将照明126分离成经引导到不同照明通道120的正交线性偏振的偏振光束分离器。在一些实施例中,叠加计量工具102包含用于一或多个照明通道120的分开的照明源124。

[0047] 叠加计量工具102可进一步包含用于产生用于每一照明通道120的选定照明光束分布的各种光学组件。在一些实施例中,如图1B中说明,每一照明通道120可包含一或多个照明透镜128或一或多个照明控制光学器件130以控制各种照明参数。例如,照明控制光学器件130可包含(但不限于)一或多个场光阑或滤波器、一或多个光瞳光阑或滤波器、一或多个偏振器、一或多个光谱滤波器、一或多个空间滤波器、一或多个光束分离器、一或多个漫射器、一或多个均质器、一或多个变迹器、一或多个光束整形器或一或多个镜(例如,静态镜、可平移镜、扫描镜或类似者)。作为图解,每一照明通道120可包含用于产生一或多个照明光束112的分布的孔径光阑及/或用于将所述通道中的照明光束112的空间范围限制到等于或小于单元106的区域,使得单元未被照明填满的场光阑。

[0048] 在一般意义上,每一照明通道120可提供一或多个照明光束112的照明参数的独立控制。在一些实施例中,虽然在图1B中未明确展示,但叠加计量工具102可包含照明透镜128

及/或照明控制光学器件130以在照明126进入照明通道120之前操纵照明126。以此方式,照明光束分布的选定方面可在照明通道120之间一致。

[0049] 此外,每一照明通道120中的照明参数可为静态或可调谐的。可使用所属领域中已知的任何技术提供可调谐照明参数。在2019年8月6日发布的美国专利10,371,626及2020年10月21日申请的美国专利申请案17,076,312中大体上描述可调谐照明参数的产生,所述两个申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

[0050] 在一些实施例中,通过将照明126选择性地引导到具有一或多个静态滤波器(例如,光谱滤波器、中性密度滤波器或类似者)的多个可用光学路径中的一者而提供可调谐照明参数。在一些实施例中,通过调整一或多个可调谐滤波器(例如,光谱滤波器、中性密度滤波器或类似者)在照明通道120中的位置而提供可调谐照明参数。在一些实施例中,通过选择性地控制来自照明源124的照明126在一或多个空间上变化的滤波器(例如,光谱滤波器、中性密度滤波器或类似者)上的位置而提供可调谐照明参数。

[0051] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的说明具有可基于线性变化的滤波器分开地配置的照明条件的两个照明通道120的叠加计量工具102的一部分的示意图。线性变化的滤波器可包含具有沿着线性滤波方向变化的滤波性质的滤波器。例如,线性变化的中性密度滤波器可基于输入光束沿着线性轴的空间位置提供不同量的宽带强度减小。通过另一实例,线性变化的低通(或高通)滤波器可提供具有基于输入光束沿着线性滤波方向的空间位置变化的截止波长的低通滤波。通过另一实例,线性变化的滤波器可形成为偏振器,其中由线性变化的滤波器传递的偏振的方向可在沿着线性滤波方向的不同方向上不同。本文中经审慎考虑,本文中公开的系统及方法可利用修改输入光束的任何选定性质的线性变化的滤波器。

[0052] 在一些实施例中,叠加计量工具102包含具有叠加所关注波长范围的光谱带宽的照明源124及用于沿着与两个照明通道120相关联的两个路径分离来自照明源124的照明126的偏振器132。例如,偏振器132可为用于在两个照明通道120中提供正交线性偏振的偏振光束分离器。

[0053] 每一照明通道120可包含提供一或多个照明参数的可调谐控制的至少一个可调谐滤波器134。在一些实施例中,可调谐滤波器134包含呈4-f配置的一对聚焦光学器件136、定位于光瞳平面(例如,为聚焦光学器件136所共有的焦平面)处的线性变化的滤波器138及定位于聚焦光学器件136的其它焦平面处作为到可调谐滤波器134的输入及/或输出耦合器的角度扫描仪140。以此方式,可通过调整用于接收照明126的输入角度扫描仪140的角度而控制照明126在线性变化的滤波器138上的位置及因此,对照明126的所得滤波效应。此外,无关于输入角度扫描仪140的角度及线性变化的滤波器138上的相关联位置,照明126将被重新引导到输出可调谐滤波器134上的共同位置,所述输出可调谐滤波器134可沿着任何所要光学路径引导经滤波照明126。例如,可同时调整输入及输出角度扫描仪140以提供可调谐滤波而无需修改输出光束路径且因此不影响叠加计量系统100的额外光学器件的对准。

[0054] 此外,多个可调谐滤波器134可经串联布置以提供多个照明参数的调谐。例如,图1C说明每一照明通道120中的三个可调谐滤波器134。此配置可适用于(但不限于)调整每一照明通道120内的照明126的强度及光谱。例如,一个线性变化的滤波器138可为线性变化的强度滤波器,一个线性变化的滤波器138可为线性变化的低通光谱滤波器,且一个线性变化

的滤波器138可为线性变化的高通光谱滤波器。

[0055] 在一些实施例中,叠加计量工具102包含用于调整或控制一或多个照明光束112在一或多个照明通道120中的焦点位置的一或多个焦点控制光学器件142。本文中经审慎考虑,焦点位置调整对于(但不限于)使用不同波长的测量或在不同深度处的特征的测量可尤其有用。例如,在不同照明通道120中的照明光束112可具有不同光谱范围。通过另一实例,可通过捕获在多个不同波长下来自每一单元106的数据而改进测量稳健性。在任一情况中,样本110及/或叠加计量系统100中的色差可导致不同波长下的不同聚焦或成像条件,使得可需要一或多个照明通道120中的焦点校正。

[0056] 作为图解,图1B包含在每一照明通道120中的焦点控制光学器件142以提供针对相关联照明光束112的独立焦点控制。焦点控制光学器件142可包含适用于修改至少一个照明光束112的焦点位置的任何类型或组合的光学元件,例如(但不限于)一或多个可变形反射镜、一或多个声光透镜、一或多个音圈或一或多个可平移透镜(例如,任何照明透镜128)。在一些实施例中,焦点控制光学器件142可经设计以在调谐一或多个额外照明参数(例如,光谱、强度、照明的角度分布或类似者)所需的时间内提供焦点切换以促进高测量处理能力。以此方式,焦点控制光学器件142可操作为快速焦点控制器。

[0057] 再次参考图1A到1C,叠加计量工具102可使用所属领域中已知的任何技术产生或以其它方式控制照明光束分布(例如,构成照明光束112的数目及入射角)。

[0058] 在一些实施例中,叠加计量系统100包含在照明光瞳平面处以定义一或多个照明光束112的一或多个孔隙(例如,照明控制光学器件130)。在一些实施例中,叠加计量系统100通过在两个或更多个光纤中提供光而产生照明光束112,其中从每一光纤输出的光提供于照明光瞳处或被引导到照明光瞳以提供照明光束112。在一些实施例中,叠加计量系统100通过将来自照明源124的照明126衍射成两个或更多个衍射级而产生一或多个照明光束112,其中至少一个衍射级形成至少一个照明光束112。在2020年4月23日发表的美国专利公开案US2020/0124408中大体上描述多个照明光束通过受控衍射的有效产生,所述公开案的全部内容以引用的方式并入本文中。

[0059] 在一些实施例中,叠加计量工具102包含用于捕获从两个经照明单元106发出的光或其它辐射(例如,经收集光146)的物镜144。此外,来自任何照明通道120的照明光束112通常可通过物镜144(例如,在通过透镜(TTL)配置中)或在物镜144的数值孔径之外(例如,在透镜外(OTL)配置中)引导到样本110。例如,图1B说明TTL配置。

[0060] 在一些实施例中,叠加计量工具102包含用于将来自两个经照明单元106的经收集光146分离到不同集光通道122中的一或多个滤波光学器件。例如,滤波光学器件可将与X方向单元106相关联的经收集光116的部分选择性地引导到一个集光通道122且将与Y方向单元106相关联的经收集光116引导到另一集光通道122。

[0061] 一或多个滤波光学器件可使用任何技术或技术的组合(包含(但不限于)偏振滤波、光瞳平面滤波或场平面滤波)分离与两个经照明单元106相关联的经收集光116。

[0062] 在一些实施例中,滤波光学器件包含用于实施偏振滤波的一或多个偏振滤波器,例如(但不限于)一或多个线性偏振器或一或多个偏振光束分离器。本文中经审慎考虑,当照明通道120提供具有正交线性偏振的照明光束分布时,偏振滤波可尤其有效,这是因为经收集光116通常可保持照明的偏振方向。

[0063] 例如,如图1B中说明,叠加计量工具102包含在为照明126及经收集光116所共有的位置中的偏振光束分离器148。在此配置中,偏振光束分离器148可接收来自每一照明通道120的经正交线性偏振照明126且将此光接收到物镜144。此偏振光束分离器148可接着接收来自两个经照明单元106的经收集光116且基于偏振将此经收集光116分离到两个集光通道122中。图1B进一步说明两个非偏振光束分离器150,一者与每一偏振方向相关联以针对所述偏振方向分离照明126及经收集光116。

[0064] 通过另一实例,虽然未明确展示,但叠加计量工具102可包含在集光通道122中的一者或两者中的一或多个线性偏振器。例如,一个集光通道122可包含沿着X方向对准的线性偏振器且一个集光通道122可包含沿着Y方向对准的线性偏振器。在此配置中,线性偏振器可实施偏振滤波,即使照明光束分布不具有正交线性偏振,仍可实现所述偏振滤波。此外,集光通道122中的偏振器可提供高于由偏振光束分离器148提供的消光比且因此进一步减少与不同单元106相关联的经收集光116之间的串扰。

[0065] 在一些实施例中,滤波光学器件包含一或多个光瞳平面中的一或多个空间滤波器(例如,光瞳平面滤波器)。本文中经审慎考虑,光栅叠置结构将产生在周期性方向上分布的衍射级。因此,来自具有正交周期性方向的单元106的衍射级将在光瞳平面中的正交方向上分布且因此,可使用光瞳平面滤波器进行滤波。

[0066] 图3A到3B说明根据本公开的一或多个实施例的来自图2B的叠加目标108的经照明单元106的衍射级的空间分布。图3A是根据本公开的一或多个实施例的说明来自图2B中的叠加目标108的X方向单元106的衍射级的分布的光瞳平面的俯视图。特定来说,图3A说明响应于按法向入射角的单个照明光束112的在光瞳边界308内的0级衍射302(例如,镜面反射)、X方向-1级衍射304及X方向+1级衍射306。图3B是根据本公开的一或多个实施例的说明来自图2B中的叠加目标108的Y方向单元106的衍射级的分布的光瞳平面的俯视图。特定来说,图3B说明响应于按法向入射角的单个照明光束112的在光瞳边界308内的0级衍射302、Y方向-1级衍射310及Y方向+1级衍射312。如图3A及3B中说明,来自X方向单元106及Y方向单元106的非零衍射级在光瞳平面中不重叠且可使用光瞳平面滤波器隔离。例如,一个集光通道122可包含具有经定向以至少传递X方向-1级衍射304及X方向+1级衍射306以隔离来自经照明X方向单元106的经收集光116的孔隙的光瞳平面滤波器,且一个集光通道122可包含具有经定向以至少传递Y方向-1级衍射310及Y方向+1级衍射312以隔离来自经照明Y方向单元106的经收集光116的孔隙的光瞳平面滤波器。

[0067] 在一些实施例中,滤波光学器件包含一或多个场平面中的一或多个空间滤波器(例如,场平面滤波器)。例如,图1B说明在每一集光通道122中的场光阑152。特定来说,在集光通道122中的场光阑152可将所述通道中的集光区域限制为特定单元106。

[0068] 在一些实施例中,每一集光通道122包含经配置以捕获通道中的经收集光116的一或多个检测器154。每一集光通道122可进一步包含适用于修改及/或调节来自样本110的经收集光146的一或多个光学元件。在一些实施例中,集光通道122包含一或多个集光路径透镜156(例如,用于准直照明,用于中继光瞳及/或场平面或类似者),所述一或多个集光路径透镜156可包含(但不需要包含)物镜144。在一些实施例中,集光通道122包含用于整形或以其它方式控制经收集光146的一或多个集光路径光学器件158。例如,集光路径光学器件158可包含(但不限于)一或多个场光阑、一或多个孔径光阑、一或多个偏振器、一或多个光谱滤

波器、一或多个强度滤波器、一或多个光束分离器、一或多个漫射器、一或多个均质器、一或多个变迹器、一或多个光束整形器或一或多个镜(例如,静态镜、可平移镜、扫描镜或类似者)。

[0069] 检测器154可定位于集光通道122内的任何选定位置处。在一些实施例中,叠加计量工具102包含在光瞳平面(例如,衍射平面)处以产生光瞳图像的检测器154。在此方面,光瞳图像可对应于来自样本110的光在检测器154上的角度分布。例如,可在光瞳平面中成像或以其它方式观察与来自单元106中的光栅叠置结构的衍射相关联的衍射级。在一般意义上,检测器154可捕获来自样本110的反射(或透射)、散射或衍射光的任何组合。在一些实施例中,叠加计量工具102包含在场平面(例如,与样本110共轭的平面)处以基于来自单元106的选定衍射级产生样本110的图像的检测器154。

[0070] 叠加计量工具102通常可包含适用于捕获来自样本110的指示叠加的光的任何数目或类型的检测器154。在一些实施例中,检测器154包含适用于特性化静态样本的一或多个检测器154。在此方面,叠加计量工具102可在其中样本110在测量期间是静态的静态模式中操作。例如,检测器154可包含二维像素阵列,例如(但不限于)电荷耦合装置(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)装置。在此方面,检测器154可在单个测量中产生二维图像(例如,场平面图像或光瞳平面图像)。

[0071] 在一些实施例中,检测器154包含适用于特性化移动样本(例如,经扫描样本)的一或多个检测器154。在此方面,叠加计量工具102可在其中在测量期间相对于测量场扫描样本110的扫描模式中操作。例如,检测器154可包含具有足以在扫描期间在选定图像容限(例如,图像模糊、对比度、清晰度或类似者)内捕获一或多个图像的捕获时间及/或再新率的2D像素阵列。通过另一实例,检测器154可包含用于一次一行像素地连续产生图像的线扫描检测器。通过另一实例,检测器154可包含延时积分(TDI)检测器。TDI检测器可在样本110的运动与TDI检测器中的电荷转移频率信号同步时产生样本110的连续图像。

[0072] 在一些实施例中,叠加计量系统100包含用于控制一或多个照明光束112(或照明光束分布)在样本110上的位置的一或多个光束扫描光学器件160。作为图解,图1B包含在每一照明通道120中的光束扫描光学器件160。

[0073] 本文中经审慎考虑,可根据本公开的一或多个实施例以各种方式利用光束扫描光学器件160。

[0074] 在一些实施例中,定位于两个照明通道120中的光束扫描光学器件160可以同步型样扫描以扫描跨单元106的相应照明分布。此同步扫描可有益地缓解与光栅叠置结构的缺陷相关联的噪声及/或缓解与相干照明126相关联的散斑的影响。然而,本文中经审慎考虑,可另外或替代地使用其它技术缓解此散斑。例如,相干照明126可扫描遍及多模式光纤的输入面,其中多模式光纤的输出经成像到样本110上。此多模式光纤可定位于任何照明通道120前方或内。

[0075] 在一些实施例中,一或多个照明通道120中的光束扫描光学器件160用于调整或以其它方式控制相关联照明光束分布的分离。以此方式,来自每一照明通道120的照明光束分布可在不同单元106上居中。此外,此配置可灵活地提供对具有任何选定单元分离的目标的测量。例如,在图1B中,光束扫描光学器件160可在图解平面中倾斜以使样本110上的相关联照明光束分布在图解平面中偏离。

[0076] 本文中经进一步审慎考虑,可期望确保照明126及/或经收集光116在任何场光阑中居中以避免照明或集光中的任一者期间的不对称衍射。在一些实施例中,叠加计量系统100包含可(但不需要)与其它组件同步的一或多个可调整场光阑(例如,安装到致动器的场光阑或类似者)。例如,图1B说明可任选地与光束扫描光学器件160同步的在照明通道120及集光通道122两者中的可调整场光阑152。以此方式,即使在调整照明光束分布在样本110上的位置时,照明126及经收集光116仍可保持在相应光阑中居中。

[0077] 再次参考图1A,根据本公开的一或多个实施例更详细描述叠加计量系统100的各种额外组件。

[0078] 在一些实施例中,叠加计量系统100包含通信地耦合到叠加计量工具102及/或其中的任何组件的控制器162。在一些实施例中,控制器162包含一或多个处理器164。例如,一或多个处理器164可经配置以执行维持于存储器装置166或存储器中的一组程序指令。控制器162的一或多个处理器164可包含所属领域中已知的任何处理元件。在此意义上,一或多个处理器164可包含经配置以执行算法及/或指令的任何微处理器类型装置。

[0079] 控制器162的一或多个处理器164可包含所属领域中已知的任何处理器或处理元件。出于本公开的目的,术语“处理器”或“处理元件”可被广泛地定义以涵盖具有一或多个处理或逻辑元件(例如,一或多个微处理器装置、一或多个专用集成电路(ASIC)装置、一或多个场可编程门阵列(FPGA)或一或多个数字信号处理器(DSP))的任何装置。在此意义上,一或多个处理器164可包含经配置以执行算法及/或指令(例如,存储在存储器中的程序指令)的任何装置。在一些实施例中,一或多个处理器164可体现为台式计算机、主计算机系统、工作站、图像计算机、平行处理器、联网计算机或经配置以执行程序(其经配置以操作叠加计量系统100或结合叠加计量系统100操作)的任何其它计算机系统,如贯穿本公开所描述。此外,叠加计量系统100的不同子系统可包含适用于实行本公开中描述的步骤的至少一部分的处理器或逻辑元件。因此,上文的描述不应被解释为对本公开的实施例的限制而仅为图解。此外,贯穿本公开描述的步骤可通过单个控制器或替代地多个控制器实行。另外,控制器162可包含容置于共同外壳中或多个外壳内的一或多个控制器。以此方式,任何控制器或控制器的组合可被分开地封装为适用于集成到叠加计量系统100中的模块。

[0080] 存储器装置166可包含所属领域中已知的适用于存储可由相关联的一或多个处理器164执行的程序指令的任何存储媒体。例如,存储器装置166可包含非暂时性存储器媒体。通过另一实例,存储器装置166可包含(但不限于)只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁性或光学存储器装置(例如,磁盘)、磁带、固态驱动器及类似者。应进一步注意,存储器装置166可与一或多个处理器164一起容置于共同控制器外壳中。在一些实施例中,存储器装置166可相对于一或多个处理器164及控制器162的物理位置远程定位。例如,控制器162的一或多个处理器164可存取可通过网络(例如,因特网、内部网络及类似者)存取的远程存储器(例如,服务器)。

[0081] 控制器162可(例如,通过控制信号)引导或接收来自叠加计量工具102或其中的任何组件的数据。控制器162可进一步经配置以执行贯穿本公开描述的各种过程步骤中的任一者。

[0082] 在一些实施例中,叠加计量系统100包含通信地耦合到控制器162的用户接口168。在一些实施例中,用户接口168可包含(但不限于)一或多个台式计算机、膝上型计算机、平

板计算机及类似者。在一些实施例中,用户接口168包含用于将叠加计量系统100的数据显示给用户的显示器。用户接口168的显示器可包含所属领域中已知的任何显示器。例如,显示器可包含(但不限于)液晶显示器(LCD)、基于有机发光二极管(OLED)的显示器或CRT显示器。所属领域的技术人员应认知,能够与用户接口168集成的任何显示装置适用于本公开中的实施方案。在一些实施例中,用户可响应于经由用户接口168的用户输入装置显示给用户的数据而输入选择及/或指令。

[0083] 现参考图4,图4是说明根据本公开的一或多个实施例的在用于叠加计量的方法400中执行的步骤的流程图。申请者应注意,本文中先前在叠加计量系统100的上下文中描述的实施例及实现技术应被解释为扩展到方法400。然而,应进一步注意,方法400不限于叠加计量系统100的架构。

[0084] 在一些实施例中,方法400包含同时使用具有第一线性偏振的第一照明光束分布照明叠加目标上的单元对的第一方向单元且使用具有正交于第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布照明单元对的第二方向单元的步骤402。例如,叠加目标可包含具有在正交方向上定向的光栅叠置结构的两个或更多个单元对,如图2A到2B中说明。

[0085] 步骤402可包含使用任何数目或配置的照明光束照明第一方向及第二方向单元,其中可分开地控制第一及第二照明光束分布。在一些实施例中,步骤404可包含使用第一及第二照明光束分布未充满第一方向及第二方向单元两者。此外,步骤402可包含跨第一方向及第二方向单元同时扫描第一及第二照明光束分布,这可缓解目标噪声及/或散斑。

[0086] 在一些实施例中,方法400包含收集来自样本(例如,第一方向及第二方向单元)的光作为经收集光的步骤404。在一些实施例中,方法400包含将经收集光的与两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到第一集光通道的步骤406。在一些实施例中,方法400包含将经收集光的与两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到第二集光通道的步骤408。以此方式,可平行收集指示第一方向单元及第二方向单元的叠加的经收集光。例如,可使用偏振滤波器、光瞳平面滤波器或场平面滤波器(例如(但不限于)在叠加计量系统100的上下文中说明的所述滤波器)的任何组合实施步骤406及/或步骤408。

[0087] 在一些实施例中,方法400包含基于与两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的数据(例如,基于针对两个或更多个单元对重复步骤402到408)沿着第一方向产生第一叠加测量的步骤410。在一些实施例中,方法400包含基于与两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的数据沿着第二方向产生第二叠加测量的步骤412。

[0088] 本文中经审慎考虑,方法400可有益地以经收集光的最小或可忽略串扰提供目标单元的平行测量。以此方式,相对于其中依序测量全部单元的技术,方法400可将给定叠加目标的循序测量的所需数目减少两倍。此外,此处理能力增加可不牺牲测量的准确度或灵敏度。

[0089] 本文中描述的标的物有时说明其它组件内含有或与其它组件连接的不同组件。应理解,此类所描绘的架构仅是示范性的,且事实上可实施实现相同功能性的许多其它架构。在概念意义上,用于实现相同功能性的组件的任何布置有效“相关联”,使得实现所要功能性。因此,在本文中经组合以实现特定功能性的任何两个组件可被视为彼此“相关联”,使得实现所要功能性而不考虑架构或中间组件。同样地,如此相关联的任何两个组件也可被视为彼此“连接”或“耦合”以实现所要功能性,且能够如此相关联的任何两个组件也可被视为

彼此“可耦合”以实现所要功能性。可耦合的特定实例包含但不限于可物理交互及/或物理交互组件及/或可无线交互及/或无线交互组件及/或可逻辑交互及/或逻辑交互组件。

[0090] 相信本公开及许多其伴随优点将通过前述描述理解,且将明白,可对组件的形式、构造及布置做出多种改变而不脱离所公开的标的物或不牺牲全部其重要优点。所描述的形式仅是解释性的,且所附权利要求书的意图是涵盖且包含此类改变。此外,应理解,本发明由所附权利要求书定义。

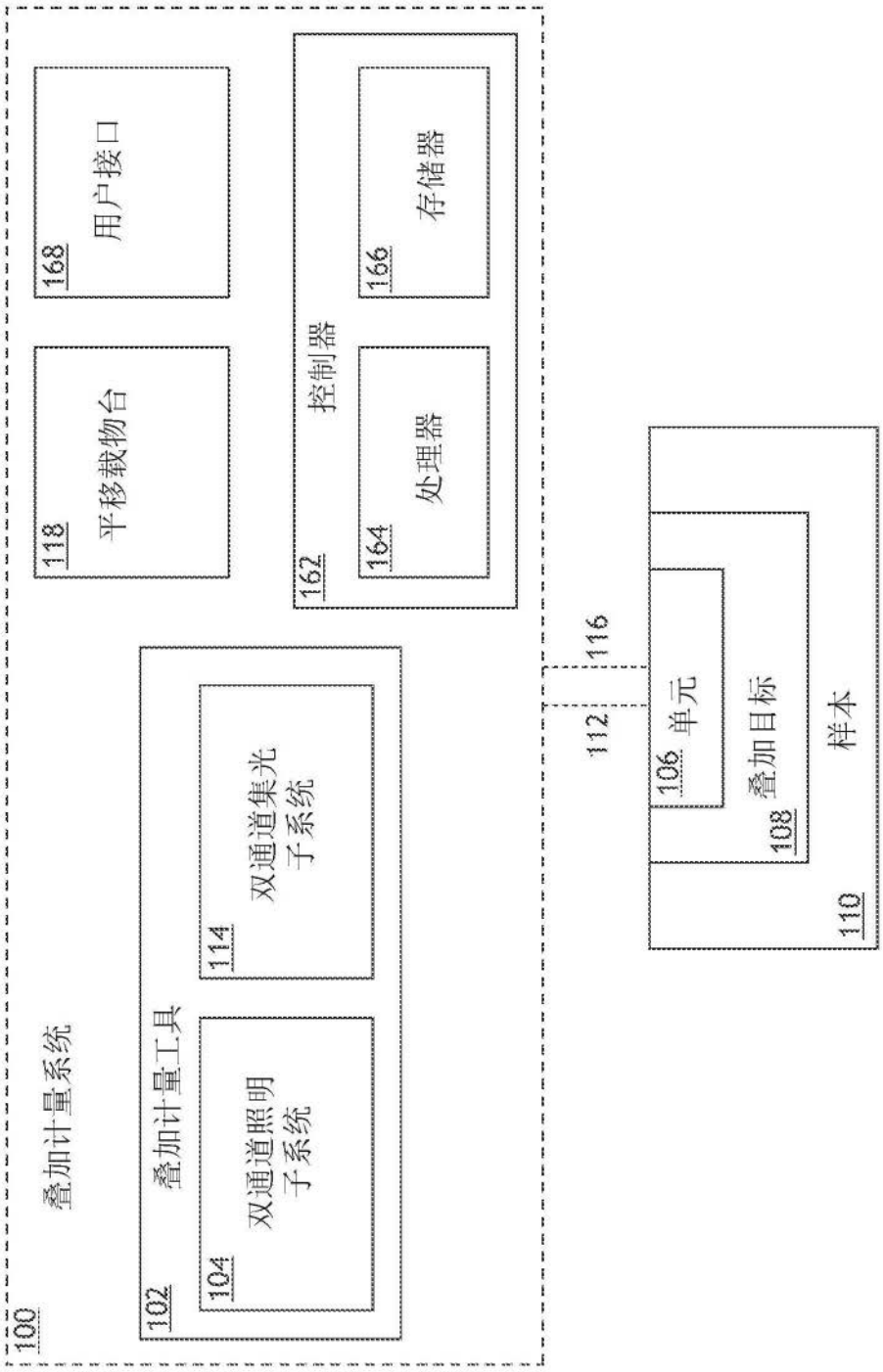

100
叠加计量系统
102
叠加计量工具
104
双通道照明子系统
114
双通道集光子系统
118
平移载物台
168
用户接口
162
控制器
164
处理器
166
存储器
116
112
106
单元
108
叠加目标
110
样本

图1A

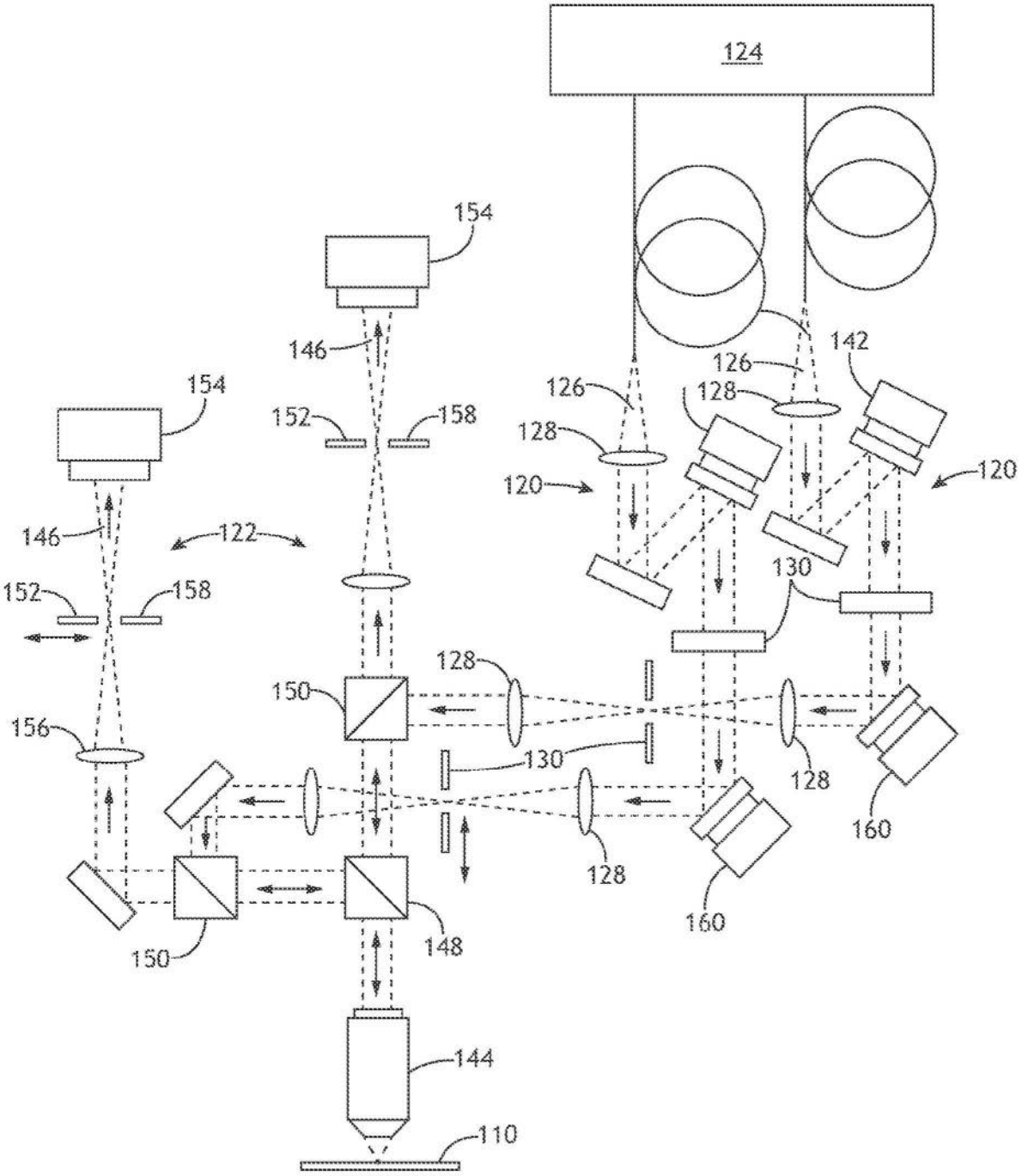

124
154
146
154
152
158
146
122
152
158
156
150
148
150
144
110
126
128
120
126
128
142
120
130
128
130
128
128
160
160

图1B

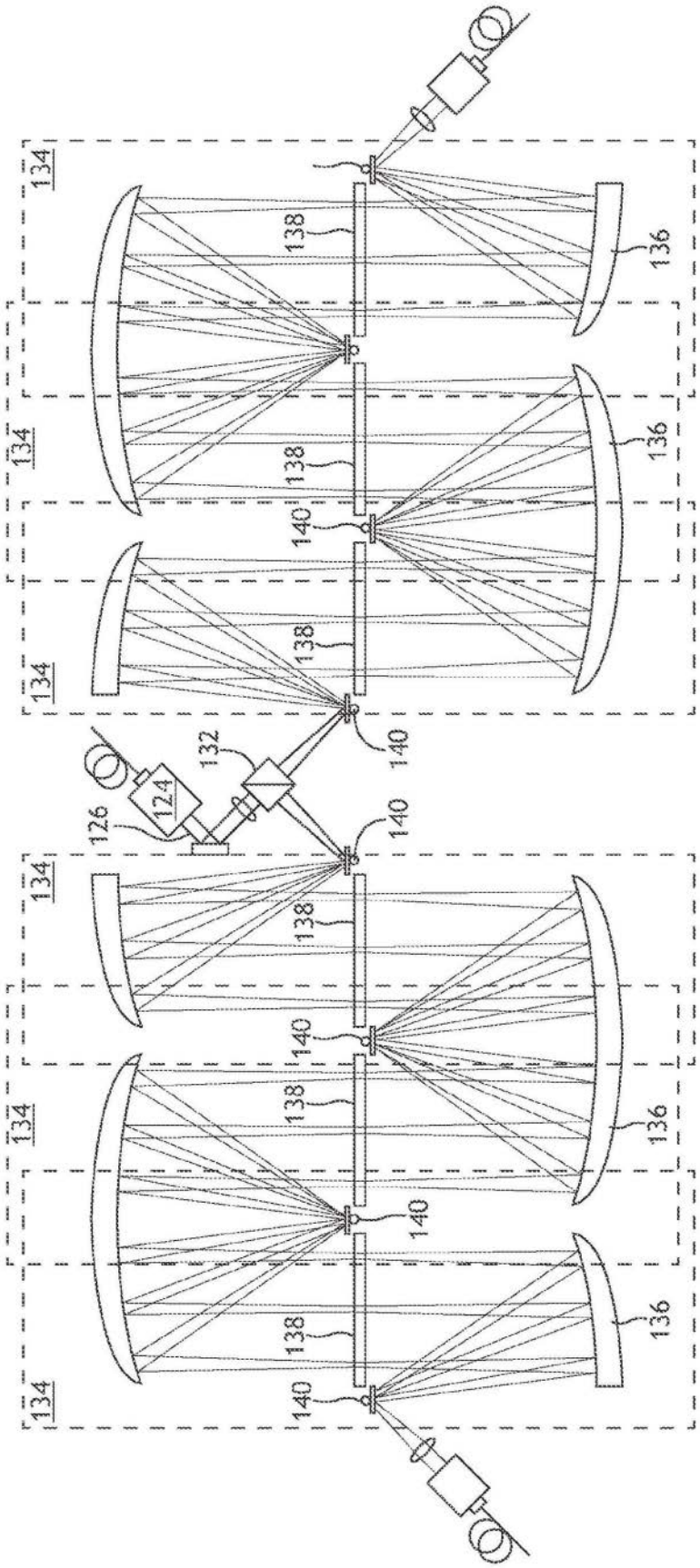


图1C

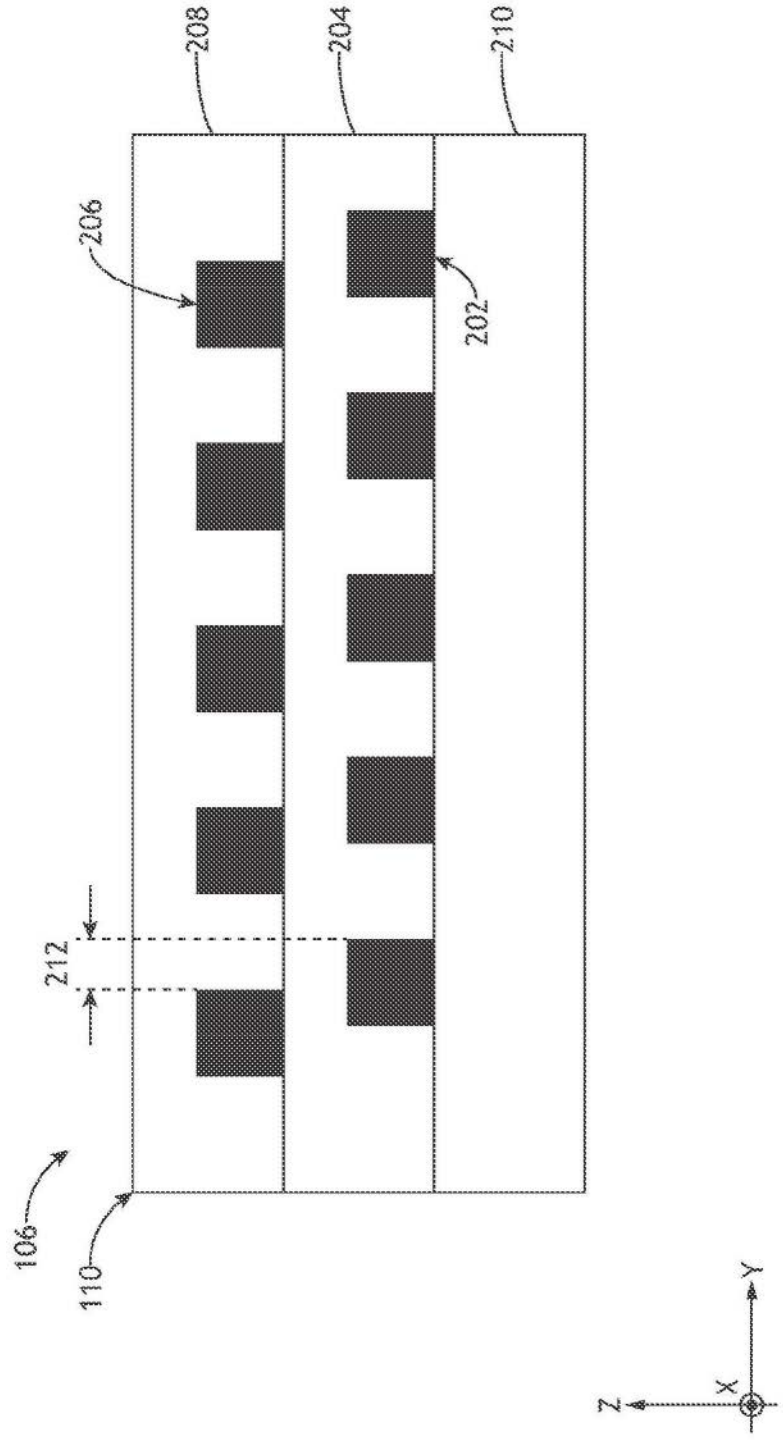


图2A

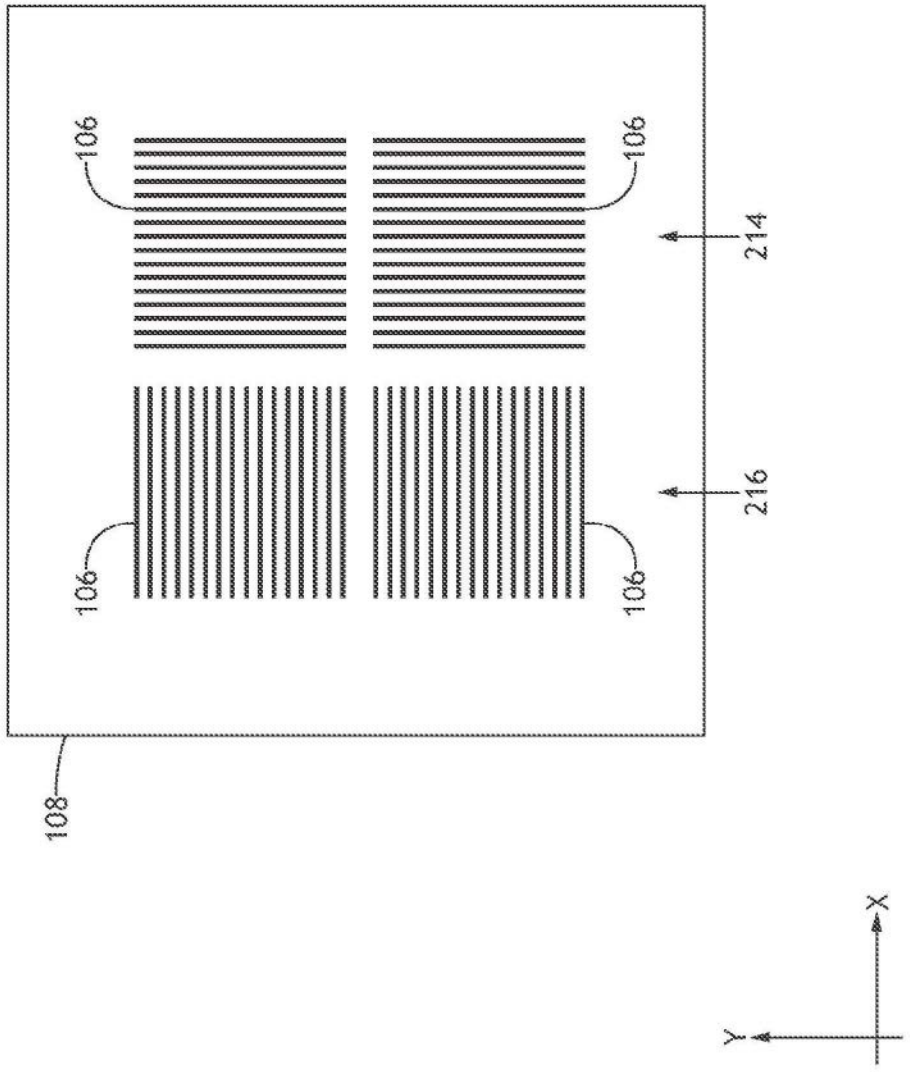


图2B

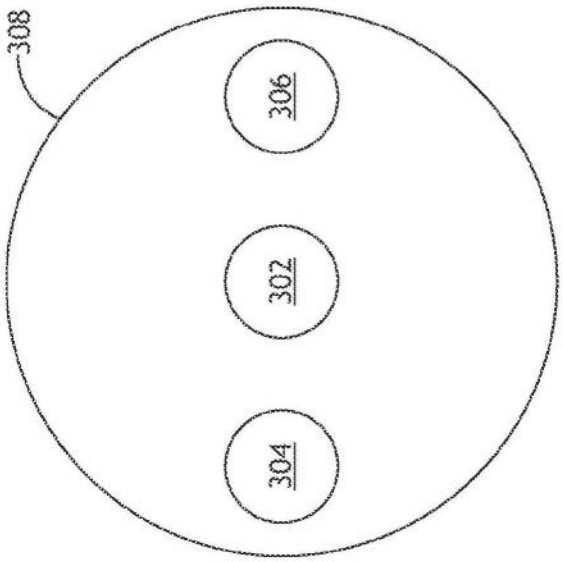


图3A

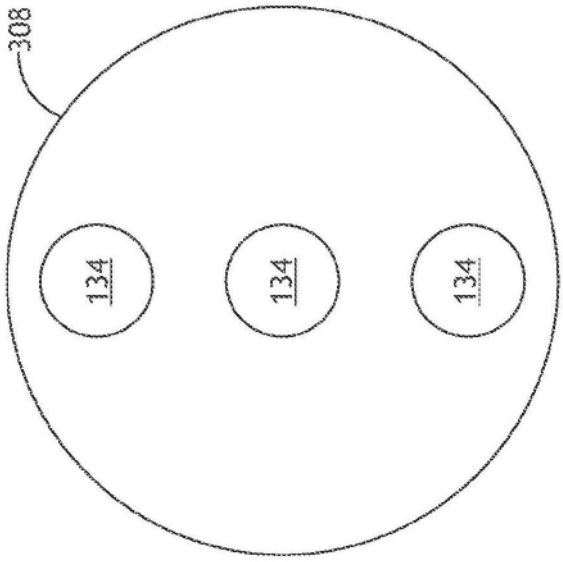


图3B

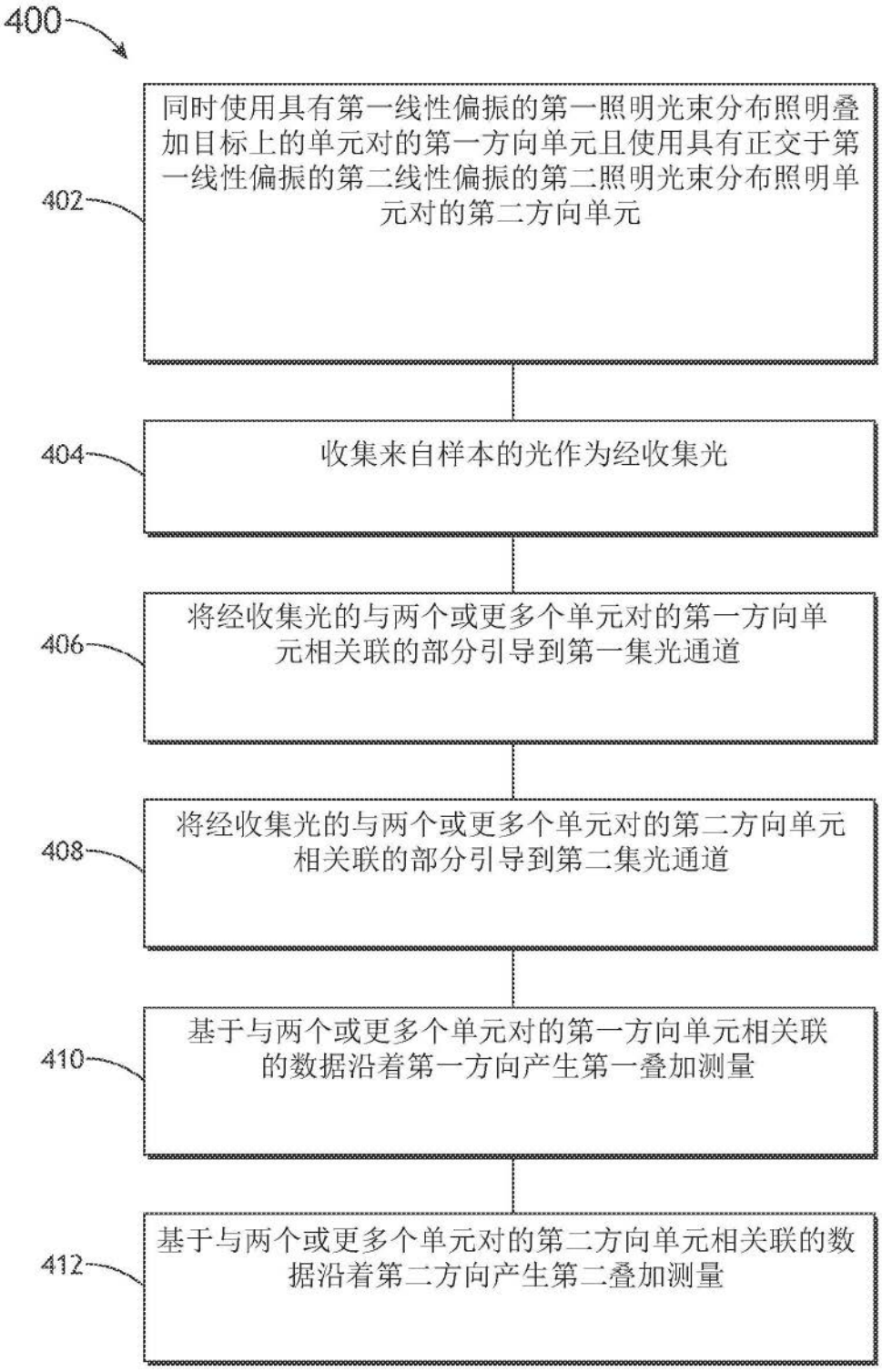

400
同时使用具有第一线性偏振的第一照明光束分布照明叠加目标上的单元对的第一方向单元且使用具有正交于第一线性偏振的第二线性偏振的第二照明光束分布照明单元对的第二方向单元
402
收集来自样本的光作为经收集光
404
将经收集光的与两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的部分引导到第一集光通道
406
将经收集光的与两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的部分引导到第二集光通道
408
基于与两个或更多个单元对的第一方向单元相关联的数据沿着第一方向产生第一叠加测量
410
基于与两个或更多个单元对的第二方向单元相关联的数据沿着第二方向产生第二叠加测量
412

图4